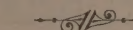
Untersuchungen
über
die See- und Strandluft
in
Warnemünde
während des Juli 1892.



Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der Doctorwürde
in der
Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe
verfasst
und der hohen medicinischen Facultät
der
Grossherzoglich Mecklenburg-Schwerinschen Universität Rostock
vorgelegt von

FRANZ KUBACZ,
approb. Arzt
aus Neu-Zieluń.

DANZIG.
Druck von B. Milski in Danzig.
1892.

Seinen theuren Eltern

sowie

seinem lieben Onkel

dem Probst N. Kryn aus Oliva

in

Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Die Heilwirkung, welche man der Seeluft nach den bis jetzt angestellten Untersuchungen zuschreibt, beruht auf verschiedenen Faktoren, nämlich

1) auf dem Verhalten des Wärmegrades der Luft,
2) auf der Bewegung der Luft,
3) auf der Zusammensetzung der Luft.

Von diesen Faktoren soll uns der zuletzt bezeichnete hier allein beschäftigen.

Im wesentlichen weicht die Zusammensetzung der Seeluft nicht von derjenigen der Landluft ab. Sie enthält Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure, aber wie es scheint, etwas mehr Sauerstoff, und etwas weniger Kohlensäure, als die Landluft. Nach den Angaben von Cameron[1]) finden sich

auf dem Atlantischen Ocean mitten zwischen Afrika und Amerika an Sauerstoff	20,96139%
im Brittischen Canal	20,96329%
in den Strassen von Manchester	20,943 %

1) A. Manual of Hygiene by Charles Cameron Seite 97.

auf offenen Plätzen Londons 20,950%
auf den Strassen Londons 20,875%

während Wolpert[1]) in seinen Luftuntersuchungen über Kohlensäuregehalt in den verschiedensten Ländern folgende Resultate fand:

Am Meeresstrande

Bei Ostende (Belgien)	26. Mai 90	0,29 : 1000
Dover (England)	26. „ „	0,27 : 1000
Harwich (England)	28. „ „	0,31 : 1000
Scheveningen (Holland)	31. „ „	0,28 : 1000
Genua (Italien)	17. März 91	0,28 : 1000
Nizza (Frankreich)	7. April „	0,26 : 1000
Marseille (Frankreich)	24. März „	0,25 : 1000
Mahon, Menorka (Spanien)	26. „ „	0,24 : 1000
Algier (Afrika)	2. Febr. „	0,24 : 1000

Auf offenem Meere

Ostende-Dover	26. Mai 90	0,25:1000
Genua-Marseille (Sturm „Mistral“)	22. März 91	0,22:1000
Marseille Algier	25. „ „	0,25:1000
„	26. „ „	0,23:1000
„	27. „ „	0,24:1000
„	4. April „	0,25:1000
„	5. „ „	0,24:1000
„	6. „ „	0,26:1000

---

[1]) Eine einfache Luftprüfungsmethode auf Kohlensäure, Dr. Hch. Wolpert in Nürnberg. Seite 70 u. 72.

Auf freien Plätzen

Berlin „Unter den Linden“	am 22.	Dezember	90	0,30:1000
Paris „Place de la Concorde“	27.	August	„	0,29:1000
London Trafalgar-Square	27.	Mai	„	0,32:1000
London Hyde-Park	28.	„	„	0,29:1000
Paris Bois de Boulogne	28.	Juli	89	0,27:1000
Wien Prater	26.	August	„	0,31:1000
Berlin Thiergarten	23.	Dezember	90	0,29:1000

Auch Uffelmann[1]) fand in seinen während des ganzen Jahres fortgesätzten Untersuchungen der Luft auf Kohlensäuregehalt in Rostock, d. h. innerhalb der Stadt selbst, als Durchschnitt 3,51‰, während er in völlig freier Luft, d. h. vor den äussersten Stadtteilen auf dem Felde im Durchschnitt den Gehalt von 3,18‰ gefunden hatte. Dabei waren ausser anderen Faktoren ganz besonders die verschiedenen Windrichtungen von wesentlichem Einflusse auf die Schwankungen vom Mittelwert. So fand derselbe Forscher bei Seewinden, also bei Nord und Nordwestwinden für Rostock, ein geringeres Quantum an Kohlensäure, und zwar bei

NW.	durchschnittlich	3,49‰
N.	„	3,38 „
O.	„	3,71 „
SO.	„	3,62 „
SW.	„	3,50 „
W.	„	3,58 „

---

[1]) Uffelmann, Archiv für Hygiene 1888, Seite 283, 286 u 287.

Diese Befunde erlauben wohl den Schluss, dass Seewinde eine geringere Menge Kohlensäure führen als Landwinde.

Was den Ozongehalt der Seeluft gegenüber der Landluft betrifft, so gehen die Ansichten wohl sämmtlicher Forscher dahin, dass die Seeluft eine ungleich höhere Menge an Ozon enthalte als die Luft des Binnenlandes. Um wie viel % der Ozongehalt der Seeluft den der Landluft übersteigt, ist wohl zur Zeit schwer mit Sicherheit anzugeben, da sämmtliche Methoden der Prüfung auf diese Modification des Sauerstoffs bislang noch unsichere Resultate ergeben. In der Litteratur sind auch deswegen keine genauen Daten über den Ozongehalt der Luft zu finden. Das Gleiche dürfte von den in vielen Badeankündigungen sich findenden Angaben über den Salzgehalt der Seeluft gelten. Privatdocent Dr. Hiller[1]) bestreitet aufs entschiedenste die Anwesenheit desselben in der Seeluft. Er schreibt: „Diese Angabe, dass Seeluft Salz enthalte, ist durchaus unrichtig oder doch zum mindesten stark übertrieben. Ich habe in Westerland — Sylt, wo bekanntlich stets wogende See ist, und ebenso in Wyk in dem geöffneten Fenster meines nach der See zu gelegenen Zimmers wiederholt 3—5 Tage lang ein zum Drittteil mit Höllensteinlösung 1 p. M. gefülltes Wasserglas aufgestellt und niemals Trübung oder Niederschlag darin entstehen sehen. Auch als ich im August 1887 in einer Liter-

[1]) Hiller. Über die Wirkungsweise der Seebäder.

flasche, welche 100 ccm. Höllensteinlösung enthielt, unmittelbar am Badestrande von Sylt aufgefangene Seeluft mit dieser Lösung schüttelte, erhielt ich zu meinem Erstaunen nicht die geringste Trübung von Chlorsilber. Hiermit halte ich die Ansicht für widerlegt, dass die Seeluft Kochsalz oder gar Brom und Jod enthalte. Dass der Wind bei wogender See von dem Gischt der Wellen Wasserteilchen mit fortführt, welche man dann am Gestade gelegentlich salzig schmeckt, ist so zweifellos wie die Thatsache, dass man unter solchen Umständen, zumal bei Segelbotfahrten, am ganzen Körper nass bespritzt wird. Aber das hat offenbar nichts zu thun mit einem Salzgehalt der Atmungsluft, d. h. gas- oder staubförmig darin verteiltem Seesalz oder Seewasser. Das durch Verdunstung vom Meere der Luft zugeführte Wassergass ist wie das vom Meere abdestillirte Wasser, salzfrei."

Vollkommener sind die Angaben, die sich über den Gehalt an organischer oxydabler Substanz und an Mikroparasiten finden. Nach den Untersuchungen, welche Uffelmann[1]) über den Gehalt der Luft an organischer Substanz auf dem Hofe der hiesigen Universität, unmittelbar an der Seeküste bei Warnemünde und auf freiem Felde vor Rostock anstellte, ergiebt sich folgendes:

10 l. Luft verbrauchten zur Oxydation der in ihr enthaltenen organischen Substanz an Kalipermanganatlösung von 0,395 : 1000,0

1) Uffelmann. Archiv für Hygiene 1888. Seite 289.

1) auf dem Universitätshofe
0,15—1,27 ccm. (114 Bestimmungen)
2) auf freiem Felde
0,10—1,02 ccm. (214 Bestimmungen)
3) an der Seeküste
0,06—0,40 ccm. (6 Bestimmungen)

Dass auch hierbei ausser Regen verschiedene Windrichtungen von grossem Einfluss auf den Gehalt der Luft an organischer Substanz sind, beweisen weitere Untersuchungen desselben Forschers. Es ergab sich laut dieser Untersuchungen, dass bei Seewinden eine geringere Menge der organischen Substanz nachgewiesen werden konnte, als bei Landwinden. Es verbrauchten[1]) 10 l. Luft hart am Strande zu Warnemünde weit westwärts von dem Orte selbst an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

19.	Juni	bei	NW.	= 0,21	ccm.
26.	„	„	N.	= 0,18	„
9.	Juli	„	SSO.	= 0,40	„
7.	August	„	SO.	= 0,40	„
26.	„	„	OSO.	= 0,35	„

Diese Ziffern mitsammt den von Uffelmann an verschiedenen Orten ausgeführten Bestimmungen der Luft an organischer Substanz beweisen zur Genüge, dass die Seeluft ungleich ärmer ist an organischer Substanz, als die Luft im Binnenlande.

Die Menge der Mikroparasiten in der Seeluft ist

---

[1]) Uffelmann Archiv für Hygienne 1888. Seite 289.

eine wechselnde. Nach Uffelmanns[1]) Untersuchungen fanden sich im Jahre 1887 auf 20 l. Seestrandluft

am	19.	Juni	2 Keime
„	26.	„	1 „
„	9.	Juli	6 „
„	7.	August	6 „

Der Durchschnitt betrug also 3,5 Keime auf 20 l. Die Luft auf hoher See ist aber bis jetzt nur wenigen Untersuchungen unterworfen worden. Unsere Kenntnisse über die Reinheit der Seeluft sind ausserordentlich erweitert worden durch die Untersuchungen, welche der Marine-Stabsarzt Dr. Fischer[2]) auf einer Reise nach Westindien im Wintherhalbjahr 1885/86 an Bord S. M. Schiff „Moltke“ über den Keimgehalt der Seeluft nach dem Hesse'schen Verfahren anstellte. Er fand, dass der Keimgehalt der Seeluft mit der Entfernung vom Festlande stetig abnimmt und in bestimmter Entfernung gänzlich schwindet. Bei einer Entfernung von 22—24 Seemeilen ($5^1/_2$ bis 6 deutsche Meilen) von der friesisch holländischen bezw. englischen Küste wurden auf der Strecke von Wilhelmshafen nach Plymouth in 20 l. Nordseeluft bei einer Windrichtung von der See her nur ein Keim (Bacillus), im englischen Kanal hingegen fast sechs Mal soviel, nämlich in 40 l. Luft 11 Keime (7 Schimmelpilze, 2 Bacillen, 1 Mikrococcus, 1 Hefe),

---

1) Uffelmann, Archiv für Hygiene 1888. Seite 299.
2) Fischer, Bakteriologische Untersuchungen auf einer Reise nach Westindien. Zeitschrift für Hygiene 1856 Bd. I. Seite 412 bis 461.

im Hafen von Plymouth in 40 l. 9 Keime (nur Schimmelpilze) auf der Rhede von Wilhelmshafen bei 0,7 m. Entfernung vom Lande und Landwind in 32 l. 13 Keime gefunden. Bei Entfernung bis zu 30 Seemeilen ($7^1/_2$ deutsche Meilen) vom Lande kam durchschnittlich erst auf 42 l. 1 Keim, bei einer Entfernung bis zu 120 Seemeilen (30 d. M.) erst auf 1522 l. Luft 1 Keim, und jenseits dieser Entfernung wurde die Luft immer keimfrei gefunden.

Bei wenig umfangreichen Inseln fand Fischer die Luft schon in geringem Abstande von denselben keimfrei, z B. in 26 Seemeilen ($4^1/_2$ deutsche Meile) Entfernung von Barbados, Gruppe der kleinen Antillen, Westindien, im atlantischen Ocean mit 7,8 qm. Fläche und 162,000 Einwohnern, enthielten 96 l. Luft keinen Keim. Auch bei ausgedehnteren Ländermassen, z. B. der belgischen, ostfriesichen und jütischen Küste, wurden in verhältnissmässig geringer Enfernung vom Lande Keime in der Luft nicht angetroffen, sobald der Wind nicht vom nächstgelegenem Lande, sondern von der See herkam. Ebenso fand Uffelmann[1]), dass sich unter den einzelnen Winden durch hohen Keimgehalt der O, OSO, SO und SSO, aber zeitweise auch der W., durch niederen Keimgehalt der N., NNO. und zumeist auch der NW. auszeichneten, d. h. die über das Land wehenden und dabei trocknenden Winde führten grössere Mengen Mikroorganismen, die über die See wehenden N.

[1]) Uffelmann, Archiv für Hygiene 1888. Seite 300.

NW. NNO. führten geringere Mengen. Es wurden gefunden an der See im Jahre 1887 in 20 l. Luft am

19, Juni	2	Keime	bei	NNW
26. „	1	„	„	N
9. Juli	6	„	„	OSO
7. August	5	„	„	SO

Der Keimgehalt der Seeluft hängt demnach nich sowohl von der Entfernung des nächsten Landes überhaupt, als vielmehr von derjenigen des in der Windrichtung zunächst gelegenen Landes ab. Dieser Punkt bezüglich der Windrichtung muss also bei sämmtlichen Untersuchungen auf den Keimgehalt der Seeluft berücksichtigt werden.

Endlich haben die Forschungen Miquel's und Moreaus dargethan, dass die eigentliche Seeluft völlig frei von Keimen jeder Art ist. Dies gilt nach ihnen ganz besonders von einer Luft, welche 100 km. von der Küste geschöpft war.

Eigene Untersuchungen.

Die Luft der Ostsee wurde von mir bei Warnemünde am Strande und in verschiedenen Entfernungen vom letzteren auf hoher See vom 4.—28 Juli 92 untersucht. Mein Standpunkt in Warnemünde war entweder auf dem Ende einer der beiden dortigen Molen, oder am Badestrande westlich vom Orte selbst. Zu bemerken ist, dass die westlich gelegene Mole ungefähr 300 m. in die See hineinragt und fast zu jeder Tageszeit von zahlreichen Besuchern im Sommer erfüllt ist, wäh-

rend die östlich gelegene nur ungefähr 200 m. in die See hineinragende fast stets von Besuchern frei ist.

Die Untersuchung der Luft erfolgte

1) auf Kohlensäuregehalt,
2) auf den Gehalt an organischer Substanz,
3) auf den Chlorgehalt,
4) auf den Gehalt an Mikroorganismen,
5) auf den Gehalt an Ozon.

Die Untersuchung auf den Kohlensäuregehalt der Seeluft hatte Herr Prof. Dr. Uffelmann die Liebenswürdigkeit, im hiesigen hygienischen Institute nach der von ihm medifizierten Pettenkofer'schen Methode auszuführen, da die Ausführung derselben einer sehr grossen Sorgfalt und Uebung, die ich mir in so kurzer Zeit hätte nie aneignen können, bedarf, um Fehlerquellen zu vermeiden.

Auf organischen Substanz habe ich die Untersuchung unter der gütigen Aufsicht des Herrn Prof. Uffelmann selbst ausgeführt. Ich benutzte dazu folgenden von Uffelmann angegebenen Apparat:

Ein 5 l. fassender Aspirator wird durch einen ein Mal durchbohrten Gummikork hermetisch geschlossen. Durch die Oeffnung des Korkes reicht ein Glasrohr eben nur bis zur untersten Fläche desselben, während der den Kork überragende Teil des Glasrohres durch einen Gummischlauch in Verbindung steht mit einem anderen rechtwinklig gebogenen Glasrohre, das durch die eine Oeffnung eines doppelt durchbohrten, ein Probierglas in Form eines grossen Reagensglases

luftdicht schliessenden Gummikorkes hindurchreicht. Die rechtwinklige Biegung des Glasrohres findet etwas oberhalb des Korkes statt, während der untere Teil des Glasrohres frei im Probiergläschen endet. In diesem Glase befinden sich ungefähr 5 ccm. destillierten Wassers, das durch einen Tropfen Schwefelsäure angesäuert wird. Mitten in diese Flüssigkeit reicht ein anderes durch die zweite Oeffnung desselben Gummikorkes durchgestossenes Glasrohr, dessen oberes den Kork überragendes und rechtwinklig gebogenes Ende ebenfalls durch einen Gummischlauch in Verbindung steht mit dem wagerechten Schenkel eines rechtwinklig gebogenen Glasrohres, dass durch die eine Oeffnung eines zweiten ein zweites Probiergläschen, von derselben Grösse wie das erste, schliessenden, doppelt durchbohrten Gummikorkes hindurchgeht. Auch hier findet die rechtwinklige Biegung des Rohres oberhalb des Korkes statt, während der untere Teil des Glasrohres nur eben bis an die untere Fläche des Korkes reicht. In diesem Glase befindet sich ungefähr 5 ccm. destillierten und mit einem Tropfen Kalilauge versetzten Wassers. Am Boden dieses Probierglases inmitten der Flüssigkeit beginnt ein langes Glasrohr, dass durch die zweite Oeffnung desselben Korkes geht, und oberhalb desselben frei endet. Die Probiergläser sind an dem Querbalken eines kreuzförmig gebauten Gestells vermittelst Schrauben befestigt. Wurde der unten am Aspirator befindliche Hahn geöffnet, so floss hier das im Aspirator gesammelte Wasser (5 l.) ab, und gleichzeitig drang

Luft durch das lange gerade Glasrohr des Reagensglases II in die mit Kalilauge versetzte Flüssigkeit, aus ihr in das rechtwinklig gebogene kurze Glasrohr desselben Probiergläschens und durch letzteres, resp. den damit in Verbindung stehenden Schlauch in das rechtwinklig gebogene lange, bis in die Flüssigkeit reichende Glasrohr des Probiergläschens I und in das oben erwähnte mit Schwefelsäure versetzte Wasser. Aus demselben dringt es weiter in das rechtwinklig gebogene kurze Glasrohr desselben Probiergläschens und durch dasselbe und den mit dem leztgenannten Glasrohre in Verbindung stehenden Gummischlauch in den Aspirator. Nach vollständiger Entleerung desselben, worauf etwa 40 Minuten verstrichen, wurde er neu gefüllt und dies wiederholt, bis 30 l. Luft durchgegangen waren. Die Probiergläser, sowie die damit in Verbindung stehenden Glasrohre wurden vor jedem Gebrauche sorgfältig gereinigt, mit Kalipermanganatlösung von 0,395:1000 gefüllt und 24 Stunden hindurch stehen gelassen.

Während der langsamen Passage der Luft durch die beiden mit verschiedenen Flüssigkeiten gefüllten Probiergläschen sammelt sich, wie durch anderweitige Ermittelungen Uffelmanns festgestellt ist, sämmtliche in ihr enthaltene organische Substanz in den Flüssigkeiten an. Zur quantitativen Bestimmung derselben goss ich nun beide Flüssigkeiten in ein sorgfältig von jeder organischen Substanz durch längeres Kochen mit Schwefelsäure und Kalipermanganatlösung befreites und mit destilliertem Wasser nachgespültes Reagensglas und

titrierte es mit der Kalipermanganatlösung von der erwähnten Concentration unter Zusatz von verdünnter Schwefelsäure, bezw. Oxalsäurelösung von 0,787:1000.

Zur Bestimmung des Chlorgehaltes der Seeluft bediente ich mich einer mit destilliertem Wasser gefüllten 3 Literflasche. Dasselbe wurde immer kurz vor der Untersuchung auf Chlorgehalt geprüft und frei befunden. Am Strande, bezw. an der westlichen Mole habe ich das destillierte Wasser langsam ausfliessen und die Flasche sich auf die Weise mit Seeluft resp. Strandluft füllen lassen. 80 cbcm. einer 1% Lösung von Argentum nitricum, die nach einander in wenigen Zwischenräumen in die Flasche gegossen wurden, sind in derselben immer tüchtig geschüttelt worden. Um mich dann von der Reinheit resp. Wirksamkeit der Argentum nitricumlösung zu überzeugen, goss ich, wenn bei dem Schütteln der Lösung keine Trübung in der Flasche entstanden war, einige Tropfen einer sehr verdünnten Kochsalzlösung zu der Flüssigkeit hinzu, und sofort enstand dann in den Fällen immer eine milchige Trübung.

Zur Bestimmung der Mikroorganismen benutzte ich einen nach Angabe des Herrn Prof. Dr. Uffelmann zusammengestellten Apparat; sein Hauptvorzug besteht in der leichten Handhabung und in dem leichten Transport. Auf einer rundlichen Holzplatte stehen zwei ungefähr mit 5 ccm. Wasser gefüllte Reagensgläschen. Sie werden in der Nähe ihres oberen und unteren

Endes durch einen Reifen zusammengehalten, welcher durch leichte Ausbuchtungen jedes Glas noch besonders fixiert. Beide werden durch doppelt durchbohrte Gummikorken geschlossen. Durch die eine Öffnung des ersten Korkes reicht ein Glasrohr bis in das Wasser hinein. Dieses Glasrohr hat oberhalb des Korkes eine halbkugelförmige Ausbuchtung, die zur Aufnahme zerkleinerter und geglühter, in ungefähr 2,5 cbcm. hoher Schicht gepresster Glaswolle dient. Beim Transport wird auf diese Öffnung des Glasrohrbauches ein derber, vorher sterilisierter Wattetampon aufgesetzt, um das Eindringen von Mikroorganismen vor und nach der Untersuchung zu verhüten. Durch die zweite Öffnung desselben Gummikorkes reicht ein anderes Glasrohr nur eben bis an die untere Fläche des Korkes, und ist an seinem, den lezteren überragenden oberem Ende durch einen kurzen Gummischlauch in Verbindung gebracht mit einem anderen in die eine Öffnung des zweiten Korkes hineingefügten und bis nahe am Boden des Reagensglases mitten in das Wasser reichendem Glasrohre. Durch die zweite Öffnung desselben Korkes ist wiederum ein kleines Glasrohr durchgestossen, dessen unterer Schenkel nur etwas die untere Fläche des Korkes überragt und frei im Reagensgläschen endet, während dessen oberer den Kork überragender, im rechten Winkel gebogener Schenkel durch einen ungefähr 50 ctm. langen Gummischlauch mit einem Gummiballon in Verbindung gebracht ist, der ganz genau 50 cbcm. Luft fasst. Dieser Schlauch hat ganz nahe am Glasrohre

einen ihn selbst schräg durchschneidenden Schlitz. Schliesst man nun mit zwei Fingern den Schlauch unmittelbar da ab, wo er von dem rechtwinklig gebogenen Glasrohre abgeht, also in der Richtung vom Ballon zum Reagensglase hinter dem Schlitz, und drückt auf den Ballon, so öffnet die andringende Luftmasse, indem sie durch diesen inneren Druck den äusseren Atmosphärendruck überwindet, den Schlitz und entweicht durch denselben nach aussen. Lässt man nun den Druck, nachdem sämmtliche Luft aus dem Ballon ausgepresst wurde, nach, und giebt dem Schlauch durch Wegnahme der beiden Finger freie Passage zu den Reagensgläsern, so schliesst sich durch den Druck der Atmosphäre der Schlitz, und der Gummiballon saugt nun gerade 50 cbcm. Luft in sich hinein. Dieselbe dringt durch die Glaswolle und das lange Glasrohr in das Wasser des ersten Reagensglases, aus dem Wasser in das kurze Glasrohr, und durch letzteres, bezw. den Gummischlauch in das mit demselben in Verbindung stehende lange Glasrohr und das Wasser des zweiten Reagensglases, bezw. den ungefähr 50 ctm. langen Gummischlauch und durch diesen in den Gummiballon. Nach vollständiger Entleerung desselben, beginnt dies Manöver von neuem. Wiederhole ich es nun 100 Mal, so sind gerade 100 Mal 50 cbcm = 5 Liter Luft durch das Filtermaterial gegangen. Die Korke müssen natürlich, ebenso wie die in dieselben eingefügten Glasrohre luftdicht schliessen, damit nur auf dem eben beschriebenen Wege die Luft ihre Passage nimmt. Das Wasser in dem Reagens-

gläschen ist nur zur Controle da, um uns anzugeben, ob der Apparat auch richtig funktioniert. Man erkennt dies an dem Quirlen desselben und an den sich bildenden Blasen. Ganz besonders muss aber darauf geachtet werden, dass das Ausströmen der Luft beim Herauspressen derselben aus dem Ballon nur durch den Schlitz erfolgt, denn sonst würde dieselbe das Wasser aus den Reagensgläsern in das Filtermaterial hineinpressen, wodurch letzteres den Durchtritt von Luft erschweren oder ganz unmöglich machen würde. Die vorher fein pulverisierte, sorgsam sterilisierte, in den Behälter des einen ebenfalls sterilisierten Glasrohres eingepresste Glaswolle, die als Filtermaterial für die Luft diente, wurde nun, nachdem 5 l. Luft durch dieselbe durchgegangen waren, mit einem geglühten Platinstäbchen gelockert, in ein mit ungefähr 10 cbcm. verflüssigter Nährgelatine gefülltes Reagensglas gestossen, dasselbe mit steriler Watte verschlossen, stark geschüttelt, um eine Verteilung des Glaspulvers in Gelatine zu bewirken, und es wurde nunmehr die Masse in dem Rohre nach Esmarchs Verfahren an den Wänden zum Erstarren gebracht. So gewann ich alle Keime, welche innerhalb der nächsten Tage sich zu Colonieen entwickelten, die dann mit Leichtigkeit gezählt werden konnten, und aus denen ohne Mühe kleine Partikelchen mit geglühter Platinnadel zur weiteren Untersuchung entnommen werden konnten. Die Glaswolle störte dabei gar nicht. Durch das leichte Schütteln zerfiel sie nämlich in kleine Fragmente, die sich sehr regelmässig verteilten und die

Betrachtung der mit Colonieen sich erfüllenden Gelatinemasse nicht erschwerten.

Ausser der eben angegebenen Methode habe ich sorgsam sterilisierte Petri'sche Schalen mit steriler flüssiger Nährgelatine begossen, mit dem ebenfalls sterilisierten Deckel geschlossen, und sie durch längeres Stehen lassen im kalten Zimmer zum Erstarren gebracht. Darauf wurden sie sorgfältig verpackt und auf der See, resp. am Strande der freien Luft ausgesetzt, nachdem der Deckel abgenommen wurde. Nach einer Expositionszeit von 30 Minuten wurden die Platten mit denselben Deckeln zugedeckt, sorgfältig verpackt und nach dem hiesigen hygienischen Institute transportiert. In wenigen Tagen wuchsen auch hier die Keime zu Colonieen, die mit derselben Leichtigkeit gezählt und weiter untersucht werden konnten.

Den Nachweis des Ozongehaltes der Luft habe ich durch ein mit Tetramethylparaphenylendiamin getränktes, sogenanntes Wurstersches Tetrapapier geliefert. Geschützt vor Regen und Sonnenschein habe ich ein derartiges Ozonpapier im Garten des hiesigen hygienischen Institutes, am Strande der Ostsee in Warnemünde, auf der See und auch etwa $^1/_2$ m. vor einem nahe dem Strande gelegenen Hôtel während einer $^1/_2$ Stunde der Luft ausgesetzt. Je nach der Stärke des Ozongehaltes wurde es mehr oder weniger blau gefärbt. Darauf wurde der blaue Papierstreifen mit der Wursterschen Ozonscala verglichen, auf welcher die verschiedenen blauen Farbentöne aufgetragen sind, welche durch Einwirkung

grösserer oder geringerer Ozonmengen auf dem Ozonpapier hervorgebracht werden, und so der Ozongehalt gemessen.

Das Ergebniss meiner Untersuchungen ist nun folgendes:

I. Kohlensäuregehalt reduciert auf 15° Celsius und 760 mm. Barometerstand ist gewesen am

5. Juli 3,17:10000 im Garten des hiesigen hygienischen Instituts bei Regenwetter.

5. Juli 2,84:10000 auf hoher See in einer Entfernung von 4 kilom. vom Lande bei Nordwind und Regenwetter. Barometerstand 764,5, Temperatur 21° Cels.

7. Juli 3,39:10000 im Garten des hiesiegen hygienischen Instituts.

7. Juli 2,79:10000 auf hoher See in einer Entfernung von 5 kilom. vom Lande bei westlicher Windrichtung, 763 mm. Barometerstand und 18° C.

8. Juli 3,23:10000 im Garten des hiesigen hygienischen Instituts.

8. Juli 2,96:10000 am Strande in Warnemünde bei starker westlicher Windrichtung, Barometerstand von 163 und Temperatur von 19° C.

11. Juli 2,89:10000 am Leuchtturm in Warnemünde, also in einer Entfernung von ungefähr 300 m. vom Lande bei Westwind, Barometerstand von 162 mm. und Temperatur von 20° C.

13. Juli 3,35:10000 im Garten des hiesigen hygienischen Instituts.

13. Juli 3,01:10000 auf hoher See in einer Entfernung von $1^1/_2$ kilometer vom Lande bei nordöstlicher Windrichtung, 156 mm. Barometrestand und 21° C.

14. Juli 3,13:10000 im Garten des hiesigen hygienischen Instituts.

14. Juli 2,86:10000 am Leuchtturm in Warnemünde bei Nordwestwind, Barometerstand von 156 mm. und 21° C.

II. Der Gehalt der Luft an organischer Substanz war folgender am:

22. Juli 30 Liter Strandluft gebrauchten 0,19 cbcm. einer Kalipermanganatlösung von 0,395:1000

23. Juli 30 Liter Seeluft auf der östlichen Mole gebrauchten 0,19 cbcm. derselben Kalipermanganatlösung.

28. Juli 30 Liter Seeluft auf der östlichen Mole gebrauchten 0,21 cbcm. derselben Kalipermanganatlösung.

III. Die Untersuchung auf den Chlorgehalt ergab am:

9. Juli ein negatives Resultat am Strande.

11. „ „ „ Resultat auf der westlichen Mole bei hohem Wellengang und verspritzendem Wasser.

16. „ „ „ Resultat auf der westlichen Mole.

IV. Der Gehalt der Luft an Mikroorganismen war folgender:

Am Strande am

8. Juli in 5 l. Luft 9 Schimmelpilze bei westlicher Windrichtung. Ausserdem viele schon makroskopisch erkennbare Staubpartikelchen.

13. Juli in 5 l. Luft 2 Bacillen und 1 Schimmelpilz. Die Windrichtung war nordwestlich.

15. Juli in 5 l. Luft keine Colonie. Die Windrichtung war nordwestlich.

16. Juli in 5 l. Luft 1 Coccus und 58 Schimmelpilze bei südwestlicher Windrichtung. Dabei zahlreiche makroskopisch erkennbare Staubpartikelchen. Regen vorher. Die Kultur war eine nach der oben erwähnten Art angefertigte Plattenkultur.

Am Leuchtturm, also in einer Entfernung von ungefähr 300 m. vom Strande bei jedesmaliger Anwesenheit von Menschen bei den Untersuchungen

9. Juli in 5 l. Luft 1 Bacillus, 6 Schimmelpilze und zahlreiche Staubpartikelchen bei westlicher Windrichtung.

11. Juli in 5 l. Luft 2 Bacillen, 1 Coccus, 1 Coccobacillus und 10 Schimmelpilze bei südwestlicher Windrichtung. Dabei zahlreiche makroskopisch sichtbare Staubpartikelchen.

12. Juli in 5 l. Luft 1 Coccus bei nordwestlicher Windrichtung.

14. Juli in 5 l. Luft 1 Coccus, 1 Bacillus fluorescens liquefaciens und 4 Schimmelpilze. Die Windrichtung war östlich.

An der ostwärts gelegenen Mole, ohne dass Menschen in der Nähe waren, fanden sich in 5 l Luft am

13. Juli 1 Bacillus bei nordöstlicher Windrichtung.
15. „ keine Colonie bei nordöstlicher Windrichtung.
16. „ keine Colonie bei nordwestlicher Windrichtung.

Auf hoher See fanden sich in 5 l. Luft am

5. Juli 1 Bacillus und 4 Schimmelpilze bei südlicher Windrichtung und vorangegangenem Regen. Die Entfernung vom Lande betrug $1^1/_2$ kilom.

13. Juli 2 Bacillen, worunter 1 Wurzelbacillus auf einer $^1/_2$ Stunde der Luft ausgesetzten, mit Nährflüssigkeit begossenen Petrischen Platte. Die Windrichtung war westlich, die Entfernung vom Lande betrug 3 kilom.

14. Juli. Keine Colonie bei Nordostwind und einer Entfernung von 4 kilom. vom Lande.

16. Juli. Keine Colonie bei Nordwestwind und einer Entfernung von 6 kilom. vom Lande.

Zum Vergleiche habe ich auch die Gartenluft des hiesigen hygienischen Institutes mehrere Male zur Untersuchung auf Mikroorganismen gezogen. Ich fand in 5 l. Luft am

6. Juli 1 Bacillus, 1 Coccus, und 31 Schimmelpilze bei vorangegangenem Regen.

8. Juli 5 Colonieen, worunter 2 Bacillen, 2 Cocco-

bacillen, 1 Coccus und 2 Schimmelpilze waren.

11. Juli 2 Coccen.

13. Juli 2 Colonieen, worunter 1 Bacillus und ein Coccus.

Um eine bessere Uebersicht über das Ergebniss meiner Untersuchungen zu geben, will ich die Resultate nach einer Tabelle ordnen. Ich fand also in 5 l. Luft:

Am Strande am

8 Juli	9	Keime bei	W.
13. „	3	„ „	NW.
15. „	59	„ „	SW.
16. „	0	„ „	NW.

Am Leuchtturm

bei Anwesenheit von Menschen am

9. Juli	7	Keime bei	W.
11. „	14	„ „	SW.
12. „	1	„ „	NW.
14. „	6	„ „	O.

An der Ostmole,

zur Zeit, wo keine Menschen anwesend waren, am:

13. Juli	1	Keim bei	NO.
15. „	0	„ „	NO.
16. „	0	„ „	NW.

Auf hoher See am:

5. Juli	5	Keime bei	S.
13. „	2	„ „	W.
14. „	0	„ „	NO.
16. „	0	„ „	NW.

Die Untersuchung auf Ozon ergab am:

8. Juli 4 der Wursterschen Scala am Strande
9. „ 1 „ „ „ im Garten des hyg. Instituts.
9. Juli 4 der Wursterschen Scala an der Westmole bei starkem Westwind.
11. Juli 4 der Wursterschen Scala am Leuchtturm bei starkem Westwind.
13. Juli 1 der Wursterschen Scala im Garten des hiesigen hygienischen Instituts.
13. Juli 4 der Scala auf hoher See in einer Entfernung von 1—2 kilom. vom Lande und westlicher Windrichtung.
14. Juli 3 der Scala an der Ostmole bei mildem Ostwind.
15. Juli 1 der Scala im Garten des hyg. Instituts.
16. Juli 4 der Scala an der Ostmole bei mildem Nordostwinde.
24. Juli 3 der Scala $^1/_2$ meter vor dem nahe dem Strande gelegenen Hotel.

Stelle ich nun zum Schluss das Ergebniss meiner Untersuchungen zusammen, so weichen die Untzrsuchungen der See- und Strandluft in Bezug auf Kohlensäure, organische Substanz und Chlor in nichts ab von den Bestimmungen, die bis dahin gemacht wurden. Den Ozongehalt, den ich in der See- und Strandluft gefunden habe, wage ich aber kaum als ein sicheres Resultat hinzustellen, da diese Bestimmungen sehr beeinflusst werden durch verschiedene Nebenumstände, z. B. Windrichtung und Windstärke, Faktoren, die ich nicht habe

berücksichtigen können, da der Transport der entsprechenden Apparate für mich nich möglich war.

Von grösserer Wichtigkeit ist der ungleich höhere Gehalt an Mikroorganismen und im besonderen der Schimmelpilze der Strand- See- und Gartenluft, als er bis jetzt gefunden wurde. Unzweifelhaft sind es die meine Untersuchungen begleitenden Nebenumstände, wie Regenwetter, Wind und Anwesenheit von Menschen, die diesen Befund zur Genüge erklären. So fand ich auf hoher See am 14. und 16 Juli bei Nordost resp. Nordwestwind keine Keime, während ich bei Süd- resp. Westwind 5 resp. 2 Keime fand. Auf der östlich gelegenen Mole untersuchte ich nur bei Seewinden, d. h. 2 Mal bei Nordostwind und ein Mal bei Nordwestwind und erhielt nur einen Keim unter diesen 3 Versuchen. Auf der Westmole am Leuchtturm fand ich bedeutend weniger Keime bei NW., als bei West,- Südwest- und Ostwinden. Negative Resultate in Bezug auf den Keimgehalt habe ich auf der Westmole nie erhalten. Dies dürfte wohl in der jedesmaligen Anwesenheit von Menschen bei meinen Versuchen seine Erklärung finden. Denn die Bewegungen, die die umhergehende Menschenmasse bewirkt, bringen es mit sich, dass einesteils viel keimhaltiger Staub, der ja immer von dem Schuhwerk der umhergehenden Menschen abfällt, vom Erdboden aufgewirbelt wird, dass anderenteils viele an den Kleidern der Menschen haftenden Keime frei werden. Nur auf diese Weise kann man sich den höheren Befund von Keimen an der Westmole als an der Ostmole

auch bei derselben Windrichtung erklären, nur auf diese Weise den sehr hohen Durchschnitt vom Keimgehalt der Strandluft.

Am Strande erhielt ich bei Nordwestwind ebenfalls wie auf den Molen und der See bedeutend weniger Keime, als bei West- und Südwestwinden. Diese, wie Uffelmann's und Fischer's Untersuchungen, die ich im ersten Teil meiner Arbeit angeführt habe, beweisen zur Genüge, dass Landwinde mehr Keime mit sich führen als Seewinde, ceteris paribus, dass die Seeluft zum mindesten ärmer an Keimen sein muss, als die Luft des Binnenlandes.

Wie ist nun der sehr hohe Keimgehalt von 59 Mikroorganismen pro 5 Liter Luft am Strande nnd der von 33 Mikroorganismen im Garten des hiesigen hygienischen Instituts zu erklären? Wahrscheinlich spielen bei diesem Befunde zwei Faktoren eine Rolle. Es sind dies die südwestliche Windrichtung, also Landwind und der der Untersuchung vorangegangene Regen. Es hat sich nämlich bei allen früheren Untersuchungen ergeben, dass nach Regenfällen die Schimmelpilze an Zahl zunehmen.[1]) Unter jenen Mikroorganismen in der Strandluft befanden sich in der That nicht weniger als 58 Schimmelpilze und unter den 33 Mikroorganismen der Luft des Gartens nicht weniger als 31 Schimmelpilze.

---

1) Miquel, des organismes vivants dans l'atmosphère 1883 und Uffelmann, Handbuch der Hygiene (Seite 59).

Zum Schluss sei mir noch gestattet eine kurze Zusammenstellung des Befundes meiner Untersuchungen über die See und Strandluft während des Juli 1892 zu geben.

I. Der Kohlensäuregehalt, reduciert auf 15° Celsius und 760 mm. Barometerstand schwankte zwischen folgenden Grenzen in der Luft

auf der See von 2,79 : 10000—3,01 : 10000
am Strande betrug er 2,96 : 10000
am Leuchtturm von 2,86 : 10000—2,89 : 10000
im Garten des hiesigen hygienischen Instituts
von 3,13 : 10000—3,39 : 10000.

II. An organischer Substanz gebrauchten 30 Liter Luft einer Kalipermanganatlösung von 0,395 : 1000
am Strande 0,19 cbcm.
an der Ostmole 0,19—0,21 cbcm.

III. Der Chlorgehalt ergab am Strande uud auf der Westmole stets in der Luft
ein engatives Resultat.

IV. An Mikroorganismen schwankte der Gehalt in 5 l. Luft

am Strande von 0—59 Keimen
am Leuchtturm von 1—14 „
an der Ostmole „ 0— 1 „
auf hoher See „ 0— 5 „
im Garten des hiesigen hygienischen Instituts
von 2—33 Keimen.

V. Der Ozongehalt betrug
am Strande 3—4 der Wursterschen Scala

am Leuchtturm 4 der Wursterschen Scala
an der Ostmole 3-4 „ „ „
auf hoher See 4 „ „ „
im Garten des hiesigen hygienischen Instituts
stets 1 der Wursterschen Scala.

* * *

Zum Schluss sei es mir noch gestattet, an dieser Stlele die angenehme Pflicht zu erfüllen, meinem hochverehrten Lehrer, dem Herrn Prof. Dr. Uffelmann für die Anregung zu dieser Arbeit und für seine gütige Unterstützung bei Anfertigung derselben meinen innigsten Dank auszusprechen.